

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 KELAPA

Pohon kelapa termasuk jenis *Palmae* yang berumah satu (monokotil). Batang tanaman tumbuh lurus ke atas dan tidak bercabang. Ada kalanya pohon kelapa dapat bercabang, namun hal ini merupakan keadaan yang abnormal, misalnya akibat serangan hama tanaman (Warisno, 2003).

Tanaman kelapa tumbuh di daerah tropis, dapat dijumpai baik di dataran rendah maupun dataran tinggi. Pohon ini dapat tumbuh dan berbuah dengan baik di daerah dataran tinggi. Pohon ini dapat tumbuh dan berbuah dengan baik di daerah dataran rendah dengan ketinggian 0-450 m dari permukaan laut. Pada ketinggian 450-1000 m dari permukaan laut, walaupun pohon ini dapat tumbuh, waktu berbuahnya lebih lambat, produksinya lebih sedikit dan kadar minyaknya rendah (Amin, 2009).

Tanaman kelapa merupakan jenis tanaman palem yang paling dikenal, dan banyak tersebar di daerah tropis. Kelapa dapat tumbuh di pinggir laut hingga dataran tinggi. Kelapa dapat dibedakan menjadi kelapa varietas dalam dan hibrida. Ada juga yang membedakannya menjadi 3 varietas, yaitu dalam, genjah dan hibrida (Amin, 2009).

Salah satu produk turunan dari kelapa adalah kopra. Kopra merupakan salah satu hasil olahan daging buah kelapa yang banyak diusahakan oleh masyarakat karena prosesnya sangat sederhana. Biaya produksinya relatif rendah jika dibanding

pengolahan daging kelapa menjadi produk santan kering atau minyak goreng (Amin, 2009).

2.2 Kopra

Pengeringan daging buah kelapa menjadi kopra telah dilakukan masyarakat Indonesia sejak dulu. Produksi kopra ini masih dijalankan oleh petani kelapa sebagai salah satu cara penambahan nilai jual dari buah kelapa. Pengeringan kopra yang dilakukan petani kelapa di Indonesia sebagian besar masih bersifat tradisional, seperti pengeringan dengan sinar matahari atau pengasapan, dimana hal ini menyebabkan kadar air akhir kopra beragam, sehingga kualitas dan kuantitas kopra pun menurun. Hal ini membuat keuntungan petani kelapa sebagai produsen kopra ikut menurun, karena semakin tinggi kualitas kopra, semakin tinggi pula harga jual kopra tersebut. Kopra dengan mutu yang baik, sebaiknya hanya mengandung kadar air 5% sampai 6% (MAPI 2006) agar tidak mudah terserang bakteri atau cendawan yang dapat merusak kopra.

Dalam kondisi kadar air yang tinggi, pertumbuhan bakteri meningkat karena bakteri menyerap makanannya dalam bentuk larutan. Maka perlu dilakukan proses pengurangan kadar air dengan metode pengeringan agar bakteri tidak dapat hidup dan merusak kopra. Pengeringan kopra dengan sinar matahari mempengaruhi kuantitas produksi karena proses pengeringan yang lama, sedangkan pengeringan dengan dengan cara pengasapan mempengaruhi kualitas produk karena ada kontak langsung antara kopra dengan api dan asap serta abu hasil pembakaran.

a. Produksi Kopra

Indonesia memproduksi kelapa 3,2 juta ton setara kopra. Selama 34 tahun, luas tanaman kelapa meningkat dari 1,66 juta hektar pada tahun 1969 menjadi 3,89 juta hektar pada tahun 2005. Meskipun luas areal meningkat, namun produktivitas pertanaman cenderung semakin menurun (tahun 2001 rata-rata 1,3 ton /Ha, tahun 2005 rata-rata 0,7 ton/Ha). Produktivitas lahan kelapa Indonesia masih rendah di bandingkan dengan India dan Srilanka (Direktorat Jenderal Industri Agro Kementerian Perindustrian Jakarta, 2010).

Dalam hal produksi kopra, Indonesia menempati posisi kedua setelah Filipina (Tabel 1). Melihat hal ini, dapat disimpulkan bahwa Indonesia belum mampu membangun kekuatan dalam sektor produksi turunan kelapa khususnya kopra, walaupun mempunyai lahan kelapa terbesar di dunia.

b. Dimensi dan Mutu Kopra

Kopra merupakan daging buah kelapa yang telah melalui proses penurunan kadar air dengan cara dikeringkan (pengeringan alami/buatan) (Gambar 2.1). Sebelum melalui proses pengeringan, kelapa biasanya dibelah menjadi dua bagian, dan airnya dipisahkan. Rata-rata daging buah kelapa berdiameter 12 cm, tinggi 6 cm dengan berat 0,5 kg serta kandungan air 50%-55% (Ashshiddieqy, 2010).



Gambar 2.1 Daging buah kelapa kering (kopra).

Tabel 1. Produksi Kopra per tahun di Wilayah Asia-Pasifik (Sumber: APCC)

Production Of Copra 2010-2014

C o u n t r y	2010	2011	2012	2013	2014
A. APCC Countries	5,657,703	4,619,694	5,724,736	5,596,416	4,796,149
F.S	372	265	1,224	1,224	76
Micronesia					
Fiji	6,116	17,000	16,111	12,088	18,776
India	926,000	975,000	1,234,000	1,289,000	1,165,000
Indonesia	1,387,100	1,358,000	1,491,750	1,481,174	1,461,919
Jamaica	10,000	7,900	15,900	15,647	15,960
Kenya	10,250	3,400	8,525	11,299	11,411
Kiribati	8,653	8,729	8,832	8,938	3,155
Malaysia	20,300	10,600	6,300	3,600	-
Marshall Islands	6,174	5,405	6,046	7,000	5,000
Papua New Guinea	138,736	146,526	88,555	61,536	85,281
Philippines	2,912,000	1,869,000	2,633,000	2,578,000	1,887,000
Samoa	4,500	6,600	14,363	5,000	5,000
Solomon Islands	25,389	35,565	28,667	20,126	19,101
Sri Lanka	101,040	77,098	124,798	66,859	65,613
Thailand	62,332	66,879	10,656	46.30	339
Tonga	4,900	6,000	10,333	10,303	-
Vanuatu	29,341	25,500	36,068	24,576	39,807

Vietnam	4,500	227	253	-	12,787
B. Other Countries	634,140	523,550	511,178	525,804	457,266
Asia	52,550	50,500	47,240	48,187	47,243
Bangladesh	32,750	31,000	28,315	28,315	27,466
Cambodia	16,500	16,500	16,250	17,136	16,965
Maldives	3,300	3,000	2,675	2,736	2,812
Pacifics	21,000	22,800	20,845	20,900	20,378
Cocos Islands	1,400	1,400	1,400	1,423	1,380
French Polynesia	8,500	10,300	8,775	8,893	8,626
Guam	2,500	2,500	2,250	2,163	2,120
Palau	8,600	8,600	8,420	8,420	8,252

Standar mutu untuk industri dan perdagangan kopra di Indonesia memakai standar mixed copra (Tabel 2). Mixed Copra merupakan kopra yang dihasilkan dari buah kelapa dengan kelompok umur yang beragam. Kopra yang dikumpulkan oleh pedagang pengumpul umumnya berasal dari petani dari berbagai wilayah dengan mutu pengolahan kopra yang beragam (MAPI-2006).

Tabel 2. Standar Mutu Indonesia (mixed copra)

No	Persyaratan	Mutu A	Mutu B	Mutu C
1	Kadar Air (% maksimum)	5	5	5
2	Kadar Minyak (% minimum)	65	60	60
3	Asam Lemak Bebas (% maksimum)	5	5	5
4	Jamur	0	0	0
5	Serat (% maksimum)	8	8	8

logi Minyak Kelapa MAPI-2006.

Setiap Negara memiliki karakteristik mutu kopra tersendiri, namun secara umum, jenis dan karakteristik mutu kopra dalam dunia perdagangan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kelas Mutu atau Jenis Kopra (MAPI-2006)

No	Macam Kelas Mutu Kopra	Keterangan
1	Perfect, super grade	Sama rata, keras, bersih, putih, bebas dari kotoran
2	High grade	Sama rata, keras, bersih, putih kelabu, tidak ada warna jelek atau rusak
3	Fair merchantable sundried (FMS) grade	Kopra keraing bersih putih bercampur dengan 5-10% kopra jelek
4	Fair merchantable (FM)	Campuran dari mutu mixed kering dengan kopra mutu rendah, tidak ada yang putih keras, banyak kopra lembek kenyal
5	Low grade	Kopra tidak cukup kering, gosong, warna jelek, terlalu lama diasap, busuk, berlendir, banyak serangga, kenyal, dll

2.3 Teori Dasar Pengeringan

Pengeringan adalah proses pemindahan atau pengeluaran kandungan air bahan hingga mencapai kandungan tertentu agar bisa memperlambat pembusukan. Beberapa kendala yang dihadapi adalah suhu, kelembapan udara di lingkungan, kandungan air yang ingin dijangkau, kapasitas pengering dll. Pengeringan yang terlalu cepat dapat merusak bahan, karena permukaan bahan mungkin terlalu cepat kering, sehingga kurang bisa diimbangi dengan kecepatan gerakan air bahan yang menuju permukaan. Karena menyebabkan pengerasan pada permukaan bahan, selanjutnya air dalam

bahan tidak dapat lagi menguap karena terlambat. (Ir.Suharto. Teknologi Pengawetan Pangan, 1991:21)

Pemisahan air dari bahan dapat dilakukan dengan memeras zat cair itu secara mekanik hingga keluar atau dengan pemisahan sentrifugal atau penguapan secara thermal. Proses pemisahan zat cair dengan penguapan secara thermal dapat dilakukan dengan dua cara yaitu :

- a) Pengering dengan menggunakan sinar matahari, kendala yang dihadapi dalam proses ini adalah :
 1. Tergantung cuaca
 2. Membutuhkan waktu yang lama (terutama pada musim hujan)
 3. Membutuhkan tempat yang besar
 4. Bahan yang dikeringkan mudah terkontaminasi
- b) Pengeringan menggunakan alat pengering buatan, dengan menggunakan alat pengeringan keuntungan yang di dapat adalah :
 1. Tidak tergantung pada cuaca
 2. Tidak membutuhkan tempat yang luas
 3. Lama proses dapat diketahui sehingga mempermudah pengaturan dalam proses produksi
 4. Tidak mudah terkontaminasi karena ada pada tempat tertutup dang menghasilkan bahan kering yang berkualitas baik.

Dalam proses pengeringan, penurunan kadar air dipengaruhi oleh beberapa faktor lain :

- a) Faktor yang berhubungan dengan udara pengering, misalnya suhu udara pengering, kecepatan aliran udara pengering dan kelembapan udara.
- b) Faktor yang berhubungan dengan sifat bahan yang dikeringkan misalnya ukuran bahan, kadar air awal bahan.

2.4 Mekanisme Pengeringan

Peristiwa yang terjadi selama pengeringan meliputi 2 proses yaitu :

1. Proses perpindahan panas, yaitu proses penguapan air dari dalam bahan atau proses perubahan bentuk cair ke gas. Proses ini dapat ditentukan dengan persamaan : $Q_1 = m_{\text{air}} C_{\text{p air}} (T_2 - T_1)$ (Ir. Suharto, 1991 : 37)

Dimana :

m_{air} = berat air yang diuapkan

= $(W_{\text{awal}} - W_{\text{akhir}}) \times m$

W_{awal} = kadar air bahan masuk

W_{akhir} = kadar air akhir bahan

m = kapasitas bahan pengering (direncanakan)

$C_{\text{p air}}$ = panas jenis air 4,1854 kJ/kg°C

T_1 = temperatur bahan masuk °C

T_2 = temperatur pemanasan bahan °C

2. Proses perpindahan massa, yaitu proses perpindahan massa uap dari permukaan bahan ke udara. Proses ini dapat ditentukan dengan persamaan:

$$Q_2 = m_{\text{air}} L_{\text{air}} \quad (\text{Ir. Suharto, 1991 : 38})$$

Dimana :

$$L_{\text{air}} = \text{panas laten air } 1582 \text{ kJ/kg}$$

Proses perpindahan panas terjadi karena temperatur bahan lebih rendah dari temperatur udara yang dialirkan disekelilingnya. Panas yang diberikan ini akan menaikkan suhu bahan yang akan menyebabkan tekanan uap air di dalam bahan akan lebih tinggi dari pada tekanan uap air di udara, sehingga terjadi perpindahan uap air dari bahan ke udara yang merupakan perpindahan massa.

Pada saat proses ini terjadi, perpindahan massa dari bahan ke udara dalam bentuk uap air berlangsung dan terjadilah pengeringan pada permukaan bahan. Setelah itu tekanan uap pada permukaan bahan akan menurun, setelah kenaikan suhu terjadi pada seluruh bagian permukaan bahan maka terjadilah pergerakan air. Air secara difusi dari bahan ke permukaan dan seterusnya. Proses penguapan pada permukaan bahan di ulangi lagi. Akhirnya setelah air bahan berkurang, maka tekanan uap air akan menurun sampai terjadi keseimbangan dengan udara sekelilingnya.

2.5. Prinsip-prinsip Pengeringan

Mengingat banyak ragam bahan yang dikeringkan di dalam peralatan komersial dan mengingat banyaknya macam peralatan yang digunakan orang, maka tidak ada satupun teori mengenai pengering yang meliputi semua jenis bahan dan peralatan yang ada. Variasi bentuk dan ukuran bahan, keseimbangan kebasahannya (*moisture*) mekanisme aliran bahan pembasah itu dalam zat padat, serta metode pemberian kalor yang diperlakukan untuk penguapan, semua itu menyebabkan kita tidak bisa melakukan pembahasan tunggal.

1. Pola suhu di dalam kalor

Gejala perubahan suhu dalam alat pengering bergantung pada sifat bahan dan kandungan zat cair, suhu medium pemanas, waktu pengeringan, serta suhu yang diperoleh dalam pengering zat padat.

Dalam pengeringan tumpuk yang menggunakan medium pemanasan dengan suhu tetap, suhu zat padat yang basah itu mengikat atau menyerap dengan cepat suhu yang lebih tinggi.

2. Perpindahan Kalor di Dalam Pengering

Proses perpindahan panas merupakan proses panas yang banyak dijumpai pada industri pengolahan pangan, seperti pada proses pengeringan. Hal ini sangat penting diketahui untuk melakukan distribusi, pemakaian energi dalam suatu sistem. Satuan operasi pabrik untuk merancang dan menjalankan sistem pemanasan maupun pendinginan.

2.6 Proses Perpindahan Panas

Perpindahan panas (Heat Transfer) merupakan energi yang bergerak atau berjalan dari suatu sistem ke sistem yang lainnya, karena adanya perbedaan temperatur antara ke dua sistem tersebut.

Panas yang dipindahkan tidak dapat diukur atau diamati secara langsung, tetapi pengaruhnya dapat diukur. Arah perpindahan panas tersebut dari suatu media yang mempunyai temperatur lebih tinggi ke temperatur yang lebih rendah. Berdasarkan cara perpindahannya maka perpindahan panas dapat dibedakan menjadi 3 yaitu:

1. Perpindahan Panas Konveksi

2. Perpindahan Panas Konduksi

3. Perpindahan Panas Radiasi

2.6.1 Perpindahan Panas Konveksi

Perpindahan panas secara konveksi adalah perpindahan panas karena adanya gerakan atau aliran dari bagian panas ke bagian yang lebih dingin. Dalam sistem perpindahan panas ini, benda atau bahan tidak bersentuhan langsung dengan sumber panas.

Menurut pergerakan alirannya, Ada 2 mekanisme perpindahan panas secara konveksi yaitu:

1. Konveksi alamiah (*Natural Convection*)

Bila gerakan molekul-molekul melayang-layang disebabkan oleh perbedaan temperatur di dalam fluida itu sendiri. Perpindahan kalor konveksi terbatas pada perhitungan untuk sistem-sistem konveksi paksa saja, yaitu sistem dimana fluida di dorong oleh permukaan perpindahan kalor konveksi alamiah atau konveksi bebas.

Walaupun gaya grafitasi bukan salah satunya medan gaya luar yang dapat menghasilkan arus konveksi bebas, fluida yang terkurung dalam mesin rotasi mengalami gaya sentrifugal dan karena itu mengalami arus konveksi bebas bila salah satu atau beberapa permukaan yang dalam kontak dengan fluida itu di panaskan, maka persamaan yang digunakan dimana angka Prandtl $Pr = \nu/\alpha$ digunakan bersama suatu grup tak berdimensi baru yang disebut Angka Grashof.

Persamaan Angka Grashof :

$$Gr_d = \frac{z \cdot \beta (T_w - T_\infty) x^3}{\nu^2}$$

Dimana :

Gr = Angka Grashof

g = kecepatan gravitasi (9,81 m/s²)

β = koefisien temperatur konduktifitas thermal 1/°C

T_w = temperatur permukaan (°C)

T_∞ = temperatur aliran fluida (°C)

ν = Viskositas (m²/s)

Sedangkan untuk angka Nusselt yang digunakan bahwa koefisien perpindahan panas konveksi alamiah atau konveksi bebas rata-rata untuk berbagai situasi.

Persamaan untuk Angka Nusselt:

$$Nu = C (Gr \cdot Pr)^m \quad (J.P \text{ Holman, } 1994 : 302)$$

Dimana :

Nu = Angka Nusselt

C = konsentrasi (tabel) (J.P Holman, 1994 :304)

m = nilai konstanta

Gr = Angka Grashof

2. Konveksi Paksa (*Forced Convection*)

Bila gerakan fluida disebabkan oleh gaya paksa dari luar, misalihkan dengan pompa atau kipas yang menggerakkan fluida sehingga fluida mengalir di atas permukaan, maka perpindahan panasnya disebut konveksi paksa (forced convection). Contoh perpindahan panas secara konveksi, terdapat dalam proses pemanasan fluida yang mengalir dalam saluran tertutup dapat dihitung dengan persamaan :

$$q = mc_p(T_{b2} - T_{b1}) \quad (\text{J.P Holman, 1994 :251})$$

Dimana :

q = laju perpindahan kalor (W) atau (J/s)

m = massa aliran fluida (kg)

C_p = panas jenis fluida (kJ/kg)

T_{b1} = Temperatur permukaan saluran awal (°C)

T_{b2} = Temperatur permukaan saluran akhir (°C)

Jadi perpindahan panas konveksi adalah perpindahan panas yang terjadi antara bahan, material, dan fluida yang bergerak pada batas permukaan pada suhu (T) berbeda.

Persamaan laju konveksi :

$$q = hA (T_w - T_\infty) \quad (\text{J.P Holman, 1994 :11})$$

Dimana :

q = laju perpindahan kalor (W) atau (J/s)

h = koefisien perpindahan panas konveksi (W/m².°C)

T_w = Temperatur permukaan fluida (°C)

T_{∞} = Temperatur aliran fluida ($^{\circ}\text{C}$)

A = Luas penampang aliran fluida (m^2)

2.6.2 Perpindahan Panas Konduksi

Perpindahan panas secara konduksi (hantaran) ialah pada suatu benda terdapat gradient temperatur pada saat itu akan terjadi perpindahan energi dari bagian yang bersuhu tinggi ke bagian yang bersuhu lebih rendah dan laju perpindahan panas tersebut berbanding lurus.

Untuk mengetahui besarnya proses perpindahan panas konduksi digunakan persamaan dari hukum Fourier.

$$q = k \cdot A \frac{\partial T}{\partial x} \quad (\text{J.P Holman, 1994: 2})$$

Dimana:

q = laju perpindahan kalor (W)

k = konduktivitas thermal bahan ($\text{W/m} \cdot ^{\circ}\text{C}$)

A = luas penampang aliran fluida (m^2)

$\frac{\partial T}{\partial x}$ = gradien suhu ke arah perpindahan kalor ($^{\circ}\text{C/m}$)

Sedangkan perpindahan panas menyeluruh dengan rumus :

$$Q = \frac{T_1 - T_2}{R} \quad (\text{Incropera, 1996: 4})$$

Dimana :

T_1 = suhu gas kering masuk ($^{\circ}\text{C}$)

T_2 = suhu gas kering keluar ($^{\circ}\text{C}$)

$$R = \text{resistansi} \frac{\text{jam. } ^\circ\text{C}}{\text{kJ}}$$

Daya hantar perpindahan thermal dan laju perpindahan kalor konduksi ditentukan oleh struktur bahan. Semakin rapat dan tersusun rapi molekul-molekul yang umumnya terdapat pada logam maka akan memindahkan energi yang semakin cepat dibandingkan susunan yang acak atau jarang, yang umumnya terdapat pada bahan bukan logam.

2.6.3 Perpindahan Panas Radiasi

Radiasi thermal adalah energi yang diemisikan oleh benda yang berada pada temperatur tinggi, hingga energi dari medan radiasi di transportasikan oleh gelombang elektromagnetik, lain halnya konduksi dan konveksi bebas radiasi tidak memerlukan media dan lebih bisa di ruang hampa, misalnya dengan tembakan elektron.

Pembahasan termodinamika menunjukkan bahwa radiator (penyinar) ideal atau benda hitam (*black body*) memancarkan energi dengan laju yang sebanding dengan pangkat empat suhu absolut benda itu dan berbanding langsung dengan luas permukaan.

Persamaan laju radiasi termal untuk benda hitam (*black body*) :

$$q_{\text{pancaran}} = \sigma \cdot A \cdot T^4 \quad (\text{J.P Holman, 1994: 13})$$

Dimana :

q = laju pancaran kalor (W)

σ = konstanta proporsionalitas Stefan Boltzman 5.669×10^{-8}
(W/m².°C)

A = luas penampang aliran fluida (m^2)

T = temperatur absolute benda hitam ($^{\circ}\text{K}$)

2.7 Aliran Viskositas

Dalam aliran turbulen terlihat lapisan lapisan fluida yang nyata, sehingga kita terpaksa menggunakan konsep yang agak berlebihan mengenai aksi viskos dan dapat juga membayangkan adanya langkah-langkah mikroskopik fluida itu yang mengangkut energi dan momentum.

Aliran dalam tabung seperti pada waktu masuk terbentuk suatu lapisan batas lama kelamaan lapisan ini memenuhi seluruh tabung dan kita katakan aliran itu sudah berkembang penuh jika aliran itu laminar, profil kecepatan itu aliran itu terbentuk parabola jika aliran itu turbulen.

Angka Reynold biasanya digunakan untuk menentukan kriteria aliran apakah aliran turbulen atau aliran laminar.

Persamaan angka Reynold :

$$\text{Re}_d = \frac{u_m d}{\nu} \quad (\text{J.P Holman, 1994: 260})$$

Dimana :

Re = Angka Reynold

u = kecepatan (m/s)

d = diameter (m)

ν = viskositas (m^2/s)

Sedangkan untuk angka Nusselt untuk aliran turbulen yang sudah jadi atau berkembang penuh (*fully developed turbulen flow*) dalam tabung licin oleh Dittus dan Boetler, perumusannya adalah :

$$Nu = 0,023 Re^{0,8} \cdot Pr^n \quad (\text{J.P Holman, 1994: 252})$$

Untuk persamaan ini sifat-sifat ditentukan pada suhu fluida dan nilai eksponen n adalah sebagai berikut :

$n = 0,4$ untuk pemanasan

$n = 0,3$ untuk pendinginan

2.8 Koefisien Perpindahan Kalor Menyeluruh

Perpindahan kalor menyeluruh pada dinding dasar dimana pada satu sisinya terdapat fluida panas A dan pada sisi lainnya fluid B yang lebih dingin. Proses perpindahan panas menyeluruh digambarkan dengan jaringan tahanan, perpindahan kalor menyeluruh dihitung dengan membagi beda suhu menyeluruh dengan jumlah tahanan thermal.

Persamaan laju perpindahan panas menyeluruh :

$$q = \frac{T_{a1} - T_{b1}}{\frac{1}{Ah_1} + \frac{1}{Ak} + \frac{1}{Ah_2}} \quad (\text{J.P Holman, 1994: 32})$$

Dimana :

q = laju perpindahan kalor menyeluruh (W)

T_{b1} = temperatur aliran fluida ($^{\circ}\text{C}$)

h_1 = koefisien perpindahan kalor ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$)

k = konduktivitas thermal ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$)

A = luas permukaan

2.9 Jenis-jenis dan Kriteria Pemilihan Alat Pengering

2.9.1 Kriteria Pemilihan Alat Pengering

Disamping berdasarkan pertimbangan ekonomis, penentuan alat-alat pengering ditentukan oleh beberapa faktor berikut :

1. Kondisi bahan yang dikeringkan.
2. Sifat-sifat bahan yang akan dikeringkan (misalnya apakah menimbulkan bahaya kebakaran, kemungkinan terbakar, ketahanan panas, sifat oksidasi, dll).
3. Jenis cairan yang terkandung dalam bahan yang dikeringkan.
4. Kuantitas bahan yang dikeringkan.
5. Operasi kontinyu dan tidak kontinyu.

2.9.2 Jenis-jenis Alat Pengering

Jenis-jenis alat pengering ada beberapa jenis, berikut ini beberapa diantaranya :

- Pengering dengan menggunakan bahan bakar

Bahan bakar sebagai sumber panas (bahan bakar cair, padat, listrik) misalnya, BBM, Batubara, dll. Pengering ini juga disebut pengering mekanis, beberapa contohnya adalah cabinet dryer, rotary dryer, freeze dryer, spray dryer, dll.

- a. Cabinet dryer (alat pengering berbentuk almari) bentuknya persegi dan di dalamnya berisi rak-rak yang digunakan sebagai

tempat bahan yang akan di keringkan cocok untuk bahan yang berbentuk padat dan butiran.



Gambar 2.2: Alat pengering tipe kabinet

- b. Rotary dryer (Pengering berputar) pengering kontak langsung yang beroperasi secara kontinyu, terdiri atas cangkang silinder yang berputar perlahan, biasanya di miringkan beberapa derajat dari bidang horizontal untuk membantu perpindahan umpan basah yang dimasukkan pada atas ujung drum bahan kering di keluarkan pada ujung cocok bahan yang berbentuk padat dan butiran.



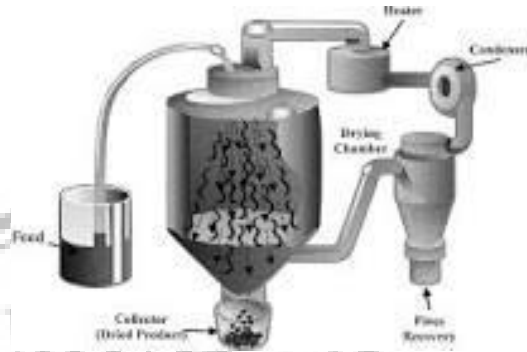
Gambar 2.3: Alat pengering berputar

- c. Freeze dryer (Pengering beku) cocok untuk padatan yang sensitif panas bahan bioteknoogis tertentu, bahan faarmasi, pangan dengan kandungan flafor tinggi. Pengeringan terjadi di bawah titik triple cairan dengan menyublim air beku menjadi uap, yang kemudian di dikeluarkan dari ruang pengering dengan pompa vakum mekanis. Menghasilkan produk bermutu tinggi di bandingkan dengan teknik dehidrasi lain.



Gambar 2.4: Alat pengering beku

- d. Spray dryer (Pengering semprot) cocok untuk bahan yang berbentuk pasta (susu,zat pewarna,bahan farmasi).



Gambar 2.5: Alat pengering semprot

- Pengering gabungan

Pengering gabungan adalah pengeringan dengan menggunakan energi sinar matahari dan bahan bakar yang menggunakan konveksi paksa (udara panas dikumpulkan dalam kolektor kemudian dihembuskan ke komoditi). Suhu lingkungan hanya sekitar 33 °C, sedangkan suhu pengeringan untuk komoditi pertanian kebanyakan berkisar 60 °C-70 °C. Oleh karena itu perlu ditingkatkan suhu lingkungan dengan cara mengumpulkan udara dalam satu kolektor surya dan menghembuskannya ke komoditi (digunakan kipas biasanya).

- Pengeringan berdasarkan media pemanas

Pengeringan buatan atau mekanis terdiri atas dua jenis berdasarkan media pemanasnya.

1. Pengeringan adiabatik

Pengeringan dimana panas dibawa ke alat pengering oleh udara panas, fungsi udara memberi panas dan membawa uap air.

2. Pengeringan isothermik

Pengeringan dimana bahan komoditi berhubungan langsung dengan lembaran atau pelat pemanas.

Dari beberapa jenis alat pengering , yang mempunyai nilai lebih dalam proses pengeringan adalah *cabinet dryer*, keistimewaannya adalah dapat mengeringkan bahan secara merata karena tersusun rata pada rak, penggunaan rak sebagai tempat untuk mengeringkan dapat dipasang alat pengontrol yaitu termostat.



Gambar 2.6 Pengering tipe kabinet